

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ  
Кафедра геоэкологии

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК  
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ  
Заведующий кафедрой  
канд. геогр. наук, доцент  
С.И. Ларин  
24.06. 2017 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ  
ПОЧВ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАРСКОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ**

05.04.06 Экология и природопользование

Магистерская программа «Геоэкологические основы устойчивого водопользования»

Выполнил работу  
Студент 2 курса  
очной формы обучения

  
(Подпись)

Обращенко  
Маргарита

Научный руководитель  
Канд. биол. наук, доцент

  
(Подпись)

Боев  
Виктор  
Александрович

Рецензент  
Научный сотрудник Центра  
изучения Арктики

  
(Подпись)

Ильясов  
Руслан  
Михайлович

Тюмень 2017

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА I ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ. ....	5
1.1. Географическое положение .....	5
1.2. Геолого-геоморфологические условия .....	6
1.3. Гидролого-климатические условия .....	9
1.4. Растительный и животный мир. ....	11
ГЛАВА II ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ....	14
2.1. Литературный обзор исследований почвенного покрова прибрежных территорий Арктических морей. ....	14
2.2. Особенности почв районов Арктики и субарктики. ....	16
2.3. Характеристика объектов исследования .....	19
ГЛАВА III. ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ОСТРОВНЫХ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ. ....	25
3.1. Оценка уровня обеспеченности и/или степени загрязнения ТМ в почвах Арктики и субарктики. ....	25
3.2. Анализ состояния гидрохимической структуры арктических морских вод. ....	28
3.3. Результаты исследования. ....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	34
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема мониторинга экологического состояния окружающей среды Арктики и защиты ее от загрязнений и других негативных воздействий становится приоритетной.

В условиях усиливающегося антропогенного воздействия на экосистемы Арктики необходимо иметь представление о формировании арктических почв.

Являясь накопителями техногенных веществ, почвы могут стать вторичными источниками загрязнения растений и природных вод, что может вызвать нарастание экологически опасных последствий.

Прежде всего, без данных о фоновом содержании возможных загрязнителей – например, тяжелых металлов (ТМ) – невозможно оценивать степень антропогенного воздействия на почву.

С другой стороны, от содержания органического вещества зависит способность почвы связывать ионы ТМ, снижая тем самым их подвижность и соответственно токсическое действие на почвенную биоту и растения.

Указанные обстоятельства выдвигают необходимость научного и практического обоснования факторов почвообразования, охватывающих всю совокупность природных и антропогенных процессов, происходящих на контакте суши и океана.

**Целью** работы является анализ влияния эколого-гидрологических факторов на формирование почв прибрежных территорий карского и баренцева морей

Для реализации данной цели были поставлены следующие **задачи**:

- 1) описать физико-географическое положение прибрежной зоны и арктических морей в пределах изучаемой территории
- 2) дать характеристику почвенного покрова обследуемых участков (на основе данных с полевых работ)
- 3) оценить степень накопления/загрязнения ТМ почвенного покрова и выявить особенности гидрохимической структуры арктических морских вод.
- 4) проанализировать полученные данные и сделать выводы по работе.

**Объект исследования:** почвенные образцы, собранные с почвенных площадок прибрежной территории арктических островов

**Предмет:** особенности влияния различных факторов на формирования почвенного покрова прибрежных территорий

Для написания работы использовались материалы, опубликованные в монографиях, научных статьях, учебных материалах, посвященных условиям почвообразования в высокоширотной зоне Арктики, классификации почв, их морфологии и анализу. Также использовалась литература, в

которой описываются представления о зональности почв, биотических и абиотических факторах их образования.

При решении поставленных задач использовались следующие методы: экспериментальный, научного анализа, сравнительный, картографический, графический.

Для хранения и обработки информации использовались средства программ Excel, Word, для картографической обработки применялись пакеты программ ГИС.

При личном участии автора в совместной комплексной экспедиции «Арктический плавучий университет» в 2015 году на НИС «Профессор Молчанов» был произведен отбор проб почв и растений..

В работе описаны различные типы почв и дана характеристика пробных площадей Арктического региона. Проведена оценка накопления/загрязнения ТМ почвенно-растительного покрова Арктики и субарктики

Содержание дипломной работы изложено на       страницах печатного текста, включает введение, три главы, заключение, список литературы, 6 приложений и 9 рисунков. При написании дипломной работы было использовано 58 литературных и интернет источника, включая на иностранном языке.

По материалам выпускной квалификационной работы опубликовано статья в изданиях рекомендованных РИНЦ.

## ГЛАВА I ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.

Зона современного взаимодействия суши и моря – одна из наиболее динамичных территорий земной поверхности. Ниже представлены их краткие характеристики.

### 1.1. Географическое положение

Баренцево море – самое западное из морей Российского сектора Арктики. В современных границах море находится между параллелями  $81^{\circ}52'$  и  $66^{\circ}44'$  с. ш. и между меридианами  $16^{\circ}30'$  и  $68^{\circ}32'$  в.д. Море имеет естественные рубежи на юге и отчасти на востоке, в остальных частях его границами служат условные линии. На западе Баренцево море граничит с Норвежским морем по линии: м. Южный (южная оконечность о. Шпицберген) – о. Медвежий – м. Нордкап. Граница южная по морю – берег материка и линия м. Святой Нос – м. Канин Нос, отделяет его от Белого. Море в восточной части ограничивается западной частью побережья острова Вайгач и архипелага Новая Земля и далее линией м. Желания – м. Кользат, с Карским морем. Граница моря на севере проходит по северной части островов архипелага Земли Франца-Иосифа, далее от о. Земля Александры, м. Мэри-Хармсуорт через острова Виктория и Белый на о. Северо-Восточная Земля к м. Ли-Смит (арх. Шпицберген). Баренцево море одно из самых больших морей России, его площадь равна 1424 тыс. км<sup>2</sup> (по другим данным, 1405 тыс. км<sup>2</sup>), объем 316 тыс. км<sup>3</sup> (по другим данным, 282 тыс. км<sup>3</sup>) [38].

В Баренцевом море много островов, а его границами служат крупные архипелаги. Небольшие острова расположены вблизи берегов или крупных островов, часто сгруппированы в небольшие архипелаги.

Архипелаг Новая Земля – крупнейший в Европейской Арктике, расположен между Баренцевым и Карским морями; входит в Архангельскую область России в ранге муниципального образования «Новая Земля» [47].

Архипелаг общей площадью 83 тыс. км<sup>2</sup> состоит из двух больших островов – Северного (47,3 тыс. км<sup>2</sup>) и Южного (33,9 тыс. км<sup>2</sup>), разделённых узким (2-3 км) проливом Маточкин Шар, и множества малых островов. Протяженность архипелага с юго-запада на северо-восток 925 км, ширина Северного острова 123 км, Южного – 143 км. Самая северная точка арх. Новая Земля – восточный остров Больших Оранских о-вов, самая южная – о-ва Пынины Петуховского арх., западная – безымянный мыс на п-ове Гусиная Земля о. Южный, восточная – м. Флиссингский острова Северный. Мыс Флиссингский является самой восточной точкой Европы. На юге проливом Карские Ворота (ширина 50 км) отделяется от острова Вайгач.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа восточную (отделённую от других Австрийским проливом) – с крупными островами Земля Вильчека (2000 км<sup>2</sup>), Грезм-Белл (1700 км<sup>2</sup>); – одна из самых северных территорий России и мира, расположен между  $79^{\circ}73'$  и  $81^{\circ}93'$  N и между  $37^{\circ}$  и

65°50' Е. Административно входит в состав Приморского района Архангельской области. Состоит из 196 (цифра постоянно уточняется) островов, общая площадь около 16135 км<sup>2</sup>. Приблизительно 70% от общего числа островов архипелага занимают всего 0,4% его площади; только 4 острова (Земля Георга, Земля Вильчека, Грэм-Белл, Земля Александры) имеют площади, превосходящие 100 тыс. га [16,38]. Архипелаг условно делится на 3 части: центральную (между Австрийским проливом и Британским каналом) – где расположена наиболее значительная по численности группа островов; западную (к западу от Британского канала) – включающую наиболее крупный остров архипелага – Земля Георга (2900 км<sup>2</sup>). Мыс Флигели на о. Рудольфа – самая северная точка России и архипелага. Мыс Мэри-Хармсуорт – крайняя западная точка архипелага, о. Ламон – самая южная, мыс Олни на острове Грэм-Белл – самая восточная.

## 1.2. Геолого-геоморфологические условия

Баренцево море занимает Баренцевоморскую плиту протерозойско-раннекембрийского возраста; возвышения дна – антеклизы, депрессии – синеклизы. Из более мелких форм рельефа: остатки древних береговых линий на глубине около 200 и 70 м, ледниково-денудационные и ледниково-аккумулятивные формы и песчаные гряды, сформированные сильными приливными течениями.

Баренцево море расположено в пределах материковой отмели, но, в отличие от других подобных морей российской Арктики, большая часть его имеет глубину 300-400 м, средняя глубина 222 м и максимальная 600 м. Как видно на рисунке 1.1, дно Баренцева моря – сложнорасчлененная подводная равнина с волнистой поверхностью, несколько покатой к западу и северо-востоку. Наиболее глубокие районы находятся в западной части моря, южная часть имеет глубину преимущественно менее 200 м и отличается выровненным рельефом. [16]

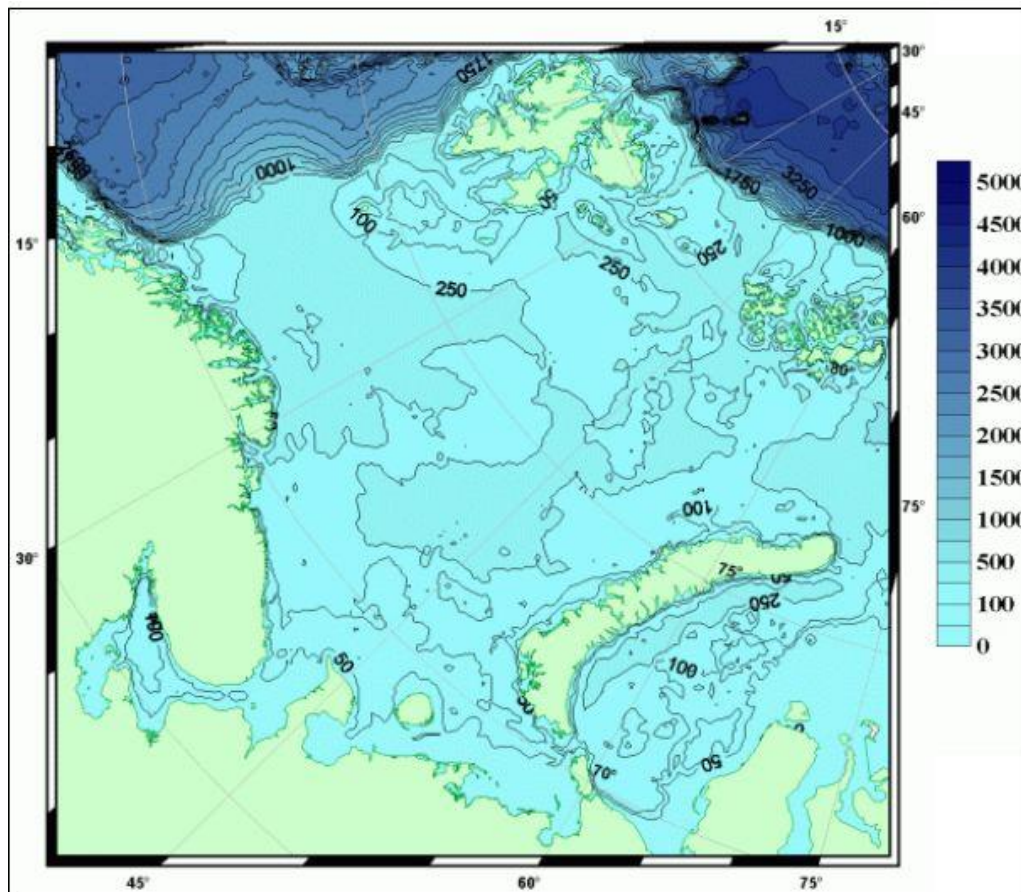


Рисунок 1.1 – Рельеф дна Баренцева моря. [38]

Архипелаг Новая Земля располагается между Баренцевым и Карским морями. Он состоит из двух крупных (Северный и Южный) и множества мелких (Междушарский, Панкратьева, Крестовые, Горбовые, Оранские и др.) островов. В структурном отношении Новая Земля является северным продолжением Урало-Пайхойской складчатой области. Преобладают отложения палеозойского возраста (песчаники, глинистые сланцы, конгломераты, известняки), прорванными во многих местах габбро-диабазовыми, реже гранитными интрузиями. Широко развиты ледниковые, делювиальные, морские, торфяно-болотные отложения. Повсеместно развита многолетняя мерзлота. Новая Земля – крупный центр современного оледенения (общая площадь около 29 тыс. км<sup>2</sup>, из них около 92% – покровное оледенение и 7,9% – горные ледники). [16,21]

Мыс Желания (76°57' с.ш., 68°35' в.д.) – самая северная точка Северного острова Новой Земли. Он соединен с берегом узким перешейком. От мыса в море уходит каменистая коса с несколькими островками. Берега в районе мыса Желания крутые и обрывистые, сложены светло-серым песчаником, глинами и песками. Слоистый характер их залегания способствует активным процессам физического выветривания. В результате образуются причудливые формы береговых склонов и останцев. Наиболее активно разрушение и расслоение происходят на контакте горных пород различных по составу и структуре.



По краям обрывов повсеместно отмечается растрескивание горных пород с образованием открытых трещин выветривания. Многие из них заполнены снегом или мелкоземом. В летнее время в трещины проникают поверхностные воды, которые существенно активизируют расчленение поверхности. Верхняя часть склонов мыса Желания представляет собой стенки срыва – крутые или отвесные уступы, сложенные непосредственно материнскими горными породами. Нижняя часть склонов и их подножия – обвальный шлейф с неровной бугристой и холмистой поверхностью, которая образуется вследствие неравномерного нагромождения обвальных масс. Осыпи на мысе Желания образуются вследствие падения единичных, относительно небольших обломков – продуктов выветривания скальных пород. Падающий материал скапливается внизу склонов, образуя конусы осыпей, вершины которых растут постепенно вверх, а основание разворачивается полукругом. Многочисленность осыпей и близкое расположение их друг к другу создает условия для слияния их между собой и образования сплошного осыпного шлейфа. Обрушившиеся породы накапливаются на пляже, где постоянно обрабатываются прибоем. У уреза воды кроме грубообломочного материала встречается хорошо окатанная галька.

На перешейке, соединяющем мыс с основным берегом, формируются береговые валы, их расположение отражает высоту и силу прибоя. На поверхности мыса встречаются скальные горные породы, не перекрытые чехлом мелкозернистых отложений [38].

Архипелаг Земля Франца-Иосифа. На шельфе Баренцева и Карского морей выделяется единая Баренцево-Северо-Карская окраинная плита, в её пределах находится архипелаг Земля Франца-Иосифа. Рельеф большинства островов архипелага Земля Франца-Иосифа, как видно на рисунке 1.2, представляет собой низкогорное плато, рассеченное тектоническими разломами на отдельные останцы. Аномальная глубина (до 600 м) некоторых проливов между островами обусловлена наличием молодых разломов океанического дна, а также интенсивной экзарацией. Большая часть островов архипелага сложена мезозойскими карбонатными породами (песчаниками, алевролитами и известняками), перекрытыми эффузивной толщей горизонтальных базальтовых покровов мощностью 20-30 м [9].



Рисунок 1.2 - Баренцево море, острова арх. Земля Франца-Иосифа [28]



Карское море мелководное, с очень неровным дном. Около 40% площади дна имеют глубины менее 50 м, 64% – менее 100 м. Мелководны прилегающие к матерiku южная и восточная части. Здесь дно моря пересекают многочисленные небольшие углубления, разделенные порогами различной высоты, в целом глубины увеличиваются от материка к северу. Береговая линия Карского моря очень сложна. Восточные берега арх. Новая Земля изрезаны многочисленными фьордами [28].

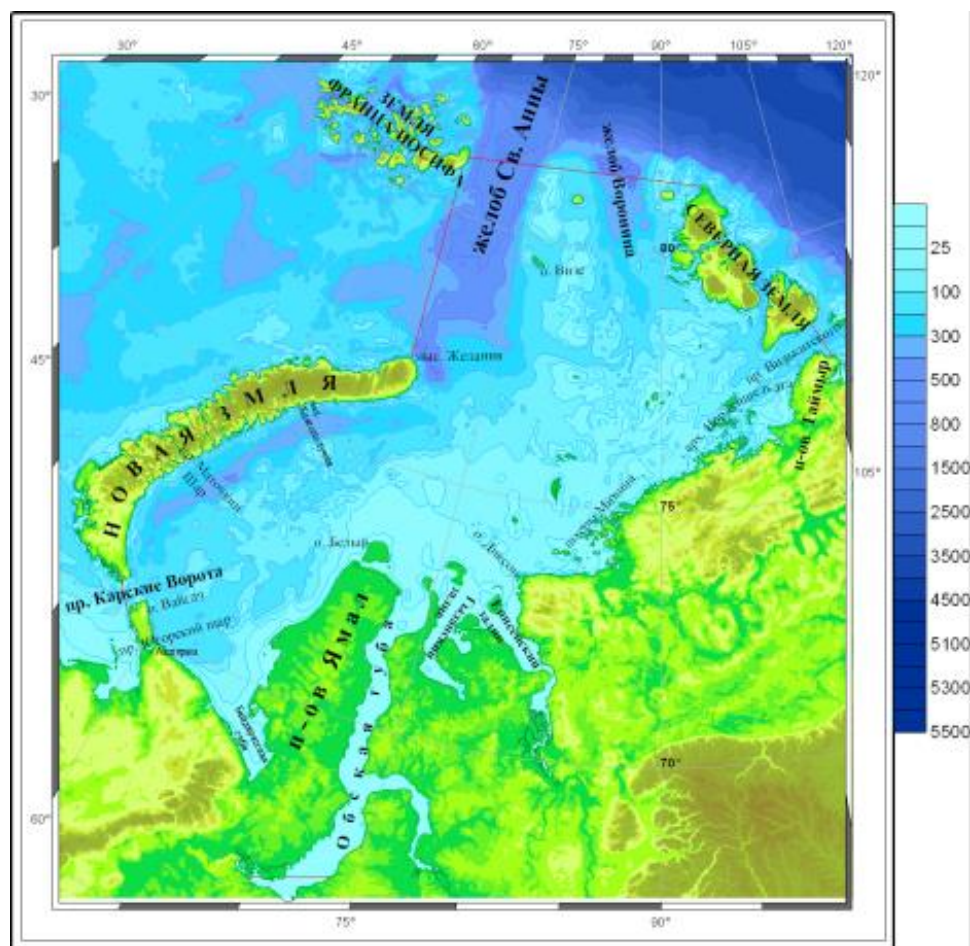


Рисунок 1.3 – Рельеф дна Карского моря [38].

### 1.3. Гидролого-климатические условия

Баренцево море находится в высоких широтах за полярным кругом, непосредственная связь с Атлантикой (Норвежским морем) и Центральным арктическим бассейном определяют основные черты климата моря. В целом оно имеет полярный морской климат, который характеризуется продолжительной зимой, коротким холодным летом, малой годовой амплитудой температуры воздуха, большой относительной влажностью. В то же время большая меридиональная протяженность моря, поступление больших масс теплых атлантических вод на юго-западе и приток холодных вод из арктического бассейна создают существенные климатические различия от места к



Рисунок 1.3. – Среднемноголетняя температура воды на поверхности в зимний (верхний) летний (нижний) периоды [38]

Климат о. Северный (архипелаг Новая Земля) определяется положением острова между более теплым Баренцевым и очень холодным Карским морями. Средняя температура самого холодного месяца составляет  $-14^{\circ}\text{C}$  на западе и  $-20...-21^{\circ}\text{C}$  на северо-востоке. Зимой часто наблюдаются продолжительные и очень сильные ветры, поэтому Новую Землю иногда называют "страной ветров".

По климатическому районированию архипелаг Земля Франца-Иосифа входит в атлантико-европейскую климатическую область Арктики, которая характеризуется интенсивной циклонической деятельностью в зимнее время. Климат – морской арктический, со сравнительно мягкой зимой с частыми циклоническими осадками и метелями и с облачным холодным сырым летом [34].

Карское море, расположенное в высоких широтах Арктики и непосредственно связанное с Северным Ледовитым океаном характеризуется полярным морским климатом. Относительная близость Атлантического океана несколько смягчает климат моря, но Новая Земля служит барьером на пути теплого атлантического воздуха и вод, поэтому Карское море климатически более сурово, чем Баренцево. Большая протяженность Карского моря с юго-запада на северо-восток создает заметные различия климатических показателей в его разных районах во все сезоны года. Суровый климат высокоширотного Карского моря обуславливает его полное замерзание в осенне-зимнее время и круглогодичное существование льда в нем. Ледообразование начинается в сентябре в северных районах моря и в октябре на юге. С октября по май почти все море покрыто льдами разного вида и возраста [3].

#### 1.4. Растительный и животный мир.

Исследуемая территория находится в пределах Особо охраняемой природной территории (ООПТ):

- Государственный природный заказник «Земля Франца-Иосифа»;
- Национальный парк «Русская Арктика».

Территория национального парка «Русская Арктика» (на архипелаге Новая Земля) включает в себя северную часть о. Северный (с прилегающими мелкими островами), Большие и Малые Оранские острова, о. Лошкина, о. Гемскерк и ряд других островов. Площадь суши ФГБУ «Русская Арктика» составляет 632090 га, акватории – 793910 га. Административно территория входит в состав Архангельской области (муниципальное образование городской округ «Новая Земля»). Постоянно проживающего населения в «Русской Арктике» нет [28]. Государственный природный

заказник федерального значения «Земля Франца- Иосифа» включает в себя всю территорию архипелага Земля Франца-Иосифа (1635300 га) и прилегающую акваторию Баренцева моря.

На его территории находится один из важнейших очагов размножения белого медведя карско-баренцевоморской популяции, а также основные круглогодичные береговые лежбища моржей [36].

На территории национального парка сосредоточено до 25% мировой популяции белой чайки, занесенной в Красную книгу РФ (2001). На островах национального парка находятся единственные в России места гнездования атлантического подвида черной казарки. Кроме того, здесь располагаются крупнейшие в Северном полушарии «птичьи базары».

Архипелаг Земля Франца-Иосифа и прилегающая акватория играют исключительную роль в обеспечении воспроизводства и существования популяций многих арктических видов животных. Фауна млекопитающих архипелага и его акватории насчитывает 11 видов, принадлежащих к отрядам хищных и китообразных. При этом на островах полностью отсутствуют такие характерные травоядные тундровые виды, как лемминги и северные олени [35].

На архипелаге размножается существенная часть российской и мировой популяций белой чайки, редкого аборигенного арктического вида; на островах известны самые крупные колонии этой чайки в Баренцевом море.

Акватория в районе Земли Франца-Иосифа – ключевой район ареала шпицбергенской популяции гренландского кита, редчайшего морского млекопитающего Северной Атлантики. Земля Франца-Иосифа – район место их круглогодичного обитания. Акватория в районе Земли Франца-Иосифа – место наиболее частых встреч нарвалов в Российской Арктике [36].

Земля Франца-Иосифа – важнейший район воспроизводства атлантического моржа, который, благодаря наличию стационарных полыней, обитает на архипелаге постоянно. Здесь сосредоточена значительная часть восточно-атлантической субпопуляции подвида. Север Баренцева моря населяет единая популяция моржей, и, благодаря расширенному воспроизводству сохранившейся на Земле Франца-Иосифа группировки моржей, происходит восстановление реколонизация моржами островов Шпицбергена [2].

На островах архипелага находится очаг воспроизводства белого медведя карско-баренцевоморской популяции. В летнее время здесь наблюдается повышенная, по сравнению с другими районами, плотность белого медведя. Архипелаг Земля Франца-Иосифа играет важную роль для сохранения и поддержания орнитологического разнообразия Российской Арктики [36,40].

На берегах архипелага находятся единственные в России места гнездования атлантического подвида черной казарки, основные места гнездования гренландского подвида обыкновенной гаги, места пребывания короткоклювого гуменника. Помимо уникальной фауны, на островах архипелага имеется большое количество уникальных геологических, геоморфологических,

палеонтологических, гидрологических объектов, практически все они расположены непосредственно на берегу либо вблизи него [36].

Вывод ко второй главе:

Нами были рассмотрены географическое положение, геолого-геоморфологические, гидролого-климатические условия, растительный и животный мир Баренцева и Карского морей и арктических архипелагов (Новая Земля и Земля Франца-Иосифа). Было выявлено, что Баренцево, Карское моря и архипелаги Новая Земля и Земля Франца Иосифа находятся в высоких широтах за полярным кругом. Климат морей - полярный морской, который характеризуется продолжительной зимой, коротким холодным летом, малой годовой амплитудой температуры воздуха, большой относительной влажностью. Карское море климатически более сурово, чем Баренцево.

Климат архипелагов – морской арктический, со сравнительно мягкой зимой с частыми циклоническими осадками и метелями и с облачным холодным сырым летом.

Исследуемая территория находится в пределах Особо охраняемой природной территории (ООПТ): Государственный природный заказник «Земля Франца-Иосифа»; Национальный парк «Русская Арктика».

Данный комплексный обзор физико-географических характеристик позволяет в дальнейшем вести речь о пограничном положении «суша-море», что прежде всего, является причиной их высокой чувствительности к внешним воздействиям (природным и антропогенным), и в результате – к высокой динамичности береговых геосистем, поэтому изучение многофакторности при влиянии на развитие почвенного покрова является первоочередным, стараясь учитывать все даже малейшие признаки.

## ГЛАВА II ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

### 2.1. Литературный обзор исследований почвенного покрова прибрежных территорий Арктических морей.

При установке закономерностей географии почв первыми были горизонтальная и вертикальная зональности почвенного покрова, отражающие изменение температурных условий и степени увлажненности климата. В качестве второй глобальной системы закономерностей географии почв была установлена провинциальность, обусловленная в первую очередь изменениями континентальности климата в пределах зон и групп соседних зон. Зоны, подзоны, фации, провинции имеют обширные, измеряемые сотнями и тысячами километров размеры. Так внутри каждой из этих территорий почвенный покров неоднороден - смены почв отмечаются на различных расстояниях в пределах от десятки до тысячи метров. Такие смены почв связаны сменами элементов мезо-и микрорельефа, разным возрастом почв, влиянием растительности.

География почв Арктики крайне неоднозначна для комплексного изучения. Прежде всего, сказывается суровость климатических условий, в связи с этим лишь начало XX века положено, как основное в изучении данной территории.

Первые краткие представления в общем виде о регионе были выполнены И.А. Шульгой, Е. Бланком, Д.А. Драницыным, В.Н. Сукачевым. В 20е-30е г СССР возникли подтвержденные данные систематических исследований и обобщений, уже вводятся первые варианты о зональности почв Арктического Севера. (А.А. Григорьев, Ю.А.Лавровский и И.Т. Лавровская (Кошелева), Б.Н. Городков и др.) [5], [7], [14], [15].

Самым продуктивным для полевых исследований практически всех регионов Севера считается послевоенный период. Именно вовремя его был получен экспериментальный материал, на основе которого и были выявлены последующие ставшие основополагающими современные концепции. Расширились и углубились знания о почвообразовательных процессах. Огромную работу в это время провела В.Д. Васильевская [4] и другие.

Вовремя 70-80х, происходила систематизация основных выдвигаемых концепций в ходе продолжающихся практических экспедиций, изложенная в многочисленных статьях и монографиях, таких ученых как И.А. Соколов [45], В.О. Таргульян [51], Н.А. Караваева [22], В.В. Васильевская [5], В.Д. Тонконогов [49] и др.

Несмотря на резкое снижение полевых работ в 90е годы и по настоящее время, все же заметно развитие картографических направлений, а также международного сотрудничества.

Если рассматривать островную часть Арктики, то по словам С.В. Горячкина [11], на Земле Франца-Иосифа профессиональных почвоведов - специалистов в области географии и генезиса почв, к сожалению, никогда не было. Его почвы и почвенный покров известны благодаря работам географа И.М. Иванова [20], а уже на основании работ единственного российского почвоведа,

работавшего на нескольких архипелагах сибирской высокоширотной Арктики, И.С. Михайлова [32], который обрабатывал коллекцию почвенных образцов, привезенных с Земли Франца-Иосифа геоботаником В.Д. Александровой [1] и географом Л.С. Говорухой [7] были составлены основные признаки почв арктического типа.

Архипелаг Новая Земля также не изучался в течение долгого времени, по причине ядерных полигонов на его территории, несмотря на более близкое расположение к материку. Но уже в 1960-1970-е годы результатом обобщения данных стали появляться схемы зонального разделения почвенного покрова Арктики.

Несмотря на резкое снижение полевых работ в 90-е годы и по настоящее время, все же заметно развитие картографических направлений, а также международного сотрудничества.

В географическом плане наибольший интерес представляют следующие концепции. Ю.А. Ливеровский [31] делит Российскую Арктику на две зоны: арктическую и тундровую, которые делятся на подзоны соответственно арктических пустынь с солончаковатыми почвами и полупустынь с дерновыми арктическими почвами, а также аркто-тундровую со слабыми проявлениями оглеения в почвах, северную (типичную) и южную подзоны с глееземами. И.С. Михайлов [34] разделил арктическую почвенную зону России на три подзоны: северную пустынно-арктических почв, среднюю типичных арктических почв и южную тундрово-арктических почв, причем эти почвы различаются не по выщелоченности (они все не содержат свободных карбонатов, если не развиваются на карбонатных породах), а по “соотношению почв нормального профиля с почво-пленками”, т.е. по доле развитых почв в почвенном покрове. В этой зоне, по данным этого автора, даже переувлажненные почвы, как правило, не оглеены. Д. Тедроу [57] выделил три почвенные зоны для безлесной части Севера: полярных пустынь, соответствующую северной части ландшафтной зоны арктических пустынь, субполярных пустынь, соответствующую арктической тундре и южной части арктических пустынь, и тундр, соответствующую подзонам типичной и южной тундр. Одни и те же почвенные процессы, согласно его представлениям, могли встречаться в соседних зонах, но оподзоливание не встречалось севернее субполярных пустынь, засоление и окарбоначивание резко интенсифицировались в полярных пустынях, оглеение присутствовало везде, но к северу ослаблялось.

На данный момент ввиду повышенного внимания к теме изменения климата и особой чувствительности к изменениям арктической территории научное сообщество стран Арктического совета продолжает различные программы по экологическому мониторингу и изучению почвенного покрова высокой Арктики. К таким работам можно отнести статьи D.Walker, Moreau Арктического центра и университета в Фэрбанксе Аляски, а также работы европейских и североамериканских ученых P. Kuhry, P.Kuss, Tarnocai, Schuur и других, которые внесли вклад в развитие арктического экологического мониторинга, а в частности, почвоведения и географии почв.



## 2.2. Особенности почв районов Арктики и субарктики

Почвы районов Арктики и субарктики формируются в особых климатических условиях полярной области и с характерным слабым развитием почвенного процесса, не развитостью почвенного профиля.

В Арктическом поясе преобладает физическое (морозное) выветривание, отмечается накопление слабо разлагающегося органического вещества, встречается ожелезнение. Господствует физическое выветривание, приводящее к формированию грубообломочной, слабобиогенной и слабовыщелоченной коры выветривания [22].

На развитие арктических почв оказывает влияние мерзлота, регулирующая интенсивность выветривания, водный и температурный режимы почв. Сезонное оттаивание длится 1,5 — 2 месяца и происходит на глубине до 30—50 см причем температура деятельного слоя даже в это время близка к нулю. Поэтому био- и геохимические процессы замедлены, а с конца августа и до начала июля отсутствуют [32].

Формирование почв преимущественно на участках с мелкоземом и в основном фрагментарно и комплексно, что соответствует условиям рельефа, экспозиции, увлажнению, характеру материнских пород. Кроме комплексности характерна полигональность — почвы разбиты вертикальными морозобойными трещинами шириной до 2 см. Почвенный профиль укороченный (до 40—50 см), причем мощность часто изменяется, иногда с выклиниванием отдельных горизонтов или даже всего профиля. Криогенное накопление окислов железа в верхних горизонтах, весьма слабое передвижение веществ по профилю или оно отсутствует [35].

Наиболее распространены арктические (типичные) почвы, развитые главным образом на невысоких плато, плакорных водораздельных возвышенностях и на абразионно-аккумулятивных морских террасах под мохово-разнотравно-злаковой растительностью (общее покрытие 10—30 %) по морозобойным трещинам. Физическое выветривание создает преобладание полиминеральных песчаных фракций. Количество ила малое, причем он специфичен, — это гидрослюды и аморфные гидроокислы железа. В трещинах вокруг полигонов содержится 4-9 % гумуса, а иногда и больше, книзу он резко уменьшается. В малогумусных почвах гумуса содержится не более 3 %, и его содержание постепенно уменьшается вглубь, достигая в надмерзлотном горизонте 1,5 — 2 %. Преобладают малоподвижные фульваты и гуматы кальция; значительно содержание негидролизуемого остатка. Реакция почв слабокислая и нейтральная (рН — 6—7), реже слабощелочная. Емкость поглощения — 5—15 мг-экв на 100 грамм почвы. Степень насыщенности катионами высокая — 90—99%, что связано с весьма малой интенсивностью выщелачивания

кальция и магния, образующихся из первичных минералов. Верхние горизонты содержат много подвижного железа - до 1000 мг/100 г почвы, особенно в почвах на базальтах и долеритах. [24, 52].

Арктические пустынные почвы встречаются в более суровых условиях под обедненной, сильно разреженной с расстоянием друг от друга в несколько метров растительностью в виде куртин из мхов, лишайников с практически отсутствием экземпляров цветковых. Значительные пространства здесь занимают щебнистые элювиально-делювиальные отложения, каменные россыпи, золотые пески. Для этих почв характерна дискретность гумусовых горизонтов [7], которые развиваются в виде гнезд или карманов под дерновинами растений. На оголенных участках грунты слабо затронуты почвообразованием или покрыты тонкой почво-пленкой с сине-зелеными водорослями [Михайлов, 1971].

В комплексе с арктическими пустынными почвами развиты арктические болотные (на участках, увлажняемых талыми проточными водами ледников), преимущественно неоглеенные почвы со слабо дифференцированным профилем. В устьях рек, заливаемых морскими водами, встречаются маршевые солончаки, а на птичьих базарах — биогенные аккумуляции.

Тундровые неглеевые (иллювиально-гумусовые) почвы распространены во всех подзонах субарктической зоны, наиболее типичны для континентальных районов арктической и типичной тундры и лесотундры. Такие почвы развиваются на хорошо дренированных супесчано-щебнистых отложениях и породах легкого гранулометрического состава. Песчаные и супесчаные почвы оттаивают на большую глубину по сравнению с суглинистыми и глинистыми почвами и обладают большей водопроницаемостью, что способствует лучшей аэрации почв и создает условия для вымывания и выщелачивания химических элементов [13].

Почвы, относящиеся к типу тундровые глеевые, нашли свое распространение на территории мохово-лишайниковых и частично кустарниковых тундр. Формирование почвенного покрова происходит преимущественно на суглинистых и глинистых породах на повышенных элементах рельефа [13].

При общей длине береговой линии мирового океана в 504 тысячи километров, более 28 % составляют аккумулятивные берега, где развиваются очень специфические, маршевые и мангровые почвы, сильно отличающиеся от наземных по генезису, морфологии, свойствам [21, 53].

Исследованию маршевых почв традиционно уделялось значительно меньше внимания, чем почвам внебереговых областей [53]. Обширные исследования почв побережий проводились в Нидерландах, Германии, [58]. Однако подавляющее большинство работ даже в упомянутых странах посвящено почвам, не заливаемым в настоящее время морскими водами, либо же искусственно осушенным почвам берегов, то есть к объектам, которые формально не относятся к территории маршевой зоны. Между тем исследование почв маршей представляет собой интересную научно-практическую задачу. Почвы приливно-отливной зоны в терминах И. А. Соколова [45] — почвы

синлитогенные, причём скорость литогенеза в них намного превышает скорость педогенеза. В результате эти почвы принято рассматривать как слаборазвитые, примитивные [52]. В отличие от вулканических или аллювиальных почв, почвы маршей получают свежий материал ежедневно, а также ежедневно проходят циклы смены окислительно-восстановительных условий. В связи с этим функционирование маршевых почв имеет ясно выраженную цикличность на крайне коротких характерных временах.

При изменениях климата области, где происходит взаимодействие разных сред и стихий, испытывают перемены в первую очередь. В их числе — протяженное морское побережье перемещается по вертикали, затапливаемая во время прилива и осушаемая при отливе, именуется литоралью. Для арктического побережья в высшей степени характерны лайды — участки осушной зоны с маршевой растительностью, которая хорошо переносит избыток солей. Они приурочены к намывным, или аккумулятивным, илистым и песчаным берегам с обширной осушкой, где возникает спектр разнообразнейших экологических условий. Лайда — это уникальный арктический феномен, транзитная зона со всеми переходами от моря и пляжа к тундровым ландшафтам и сообществам на многолетней мерзлоте.

В океанах и морях с приливами и отливами береговая линия совершает циклические перемещения по вертикали, как правило, с периодичностью два раза в сутки [29]. Собственно, берегом геоморфологи называют узкую полосу суши, примыкающую к сегодняшней береговой линии, где прослеживаются формы рельефа и накопления наносов, созданные морем, при его современном многолетнем уровне, а зону, уже вышедшую из-под его влияния, но хранящую при этом следы недавних и более удаленных во времени взаимодействий суши и моря, — побережьем. Со стороны суши побережье ограничено поднятыми морскими террасами, а на дне моря — древними, затопленными или погруженными береговыми линиями. Берега морей и океанов принято делить на две большие группы: намывные (аккумулятивные) и коренные. Простейшая аккумулятивная форма — пляж, он образуется под действием прибоя. Приливные течения нередко формируют береговые бары — подводные или частично обнажающиеся аккумулятивные формы [29]. Среди коренных берегов выделяют мало измененные и абразионные, то есть интенсивно разрушаемые морем. В результате абразии края суши образуется береговой уступ — клиф, а прилегающая к нему площадка, выработанная волнами и прибоем, называется бенчем. Илистые аккумулятивные берега с обширными осушками может осваивать влаголюбивая растительность, которая хорошо переносит избыток солей. Такие участки называют маршами, и в российской Арктике они широко распространены [21].

Зона лайд включает лагуны, марши, дюны и краевые участки тундры, которые при нагонах оказываются под влиянием моря. Динамикой слагающих их растительных сообществ руководят

процессы формирования и разрушения берегов [44], а в условиях изменения климата и усиления ветров лайдовые берега подвергаются разрушению.

Состав маршевой растительности зависит от абиотических и биотических факторов, таких как приливы, соленость воды и почвы, дренаж, аэрация, уровень грунтовых вод, количество осадков, механический состав приморских почв, испарение, температура морской воды и зональная растительность, окружающая марши [44]. По положению относительно уровня моря марши делят на низкие, или первичные, и высокие, или вторичные [54]. Первичный марш возникает, если какая-либо крупная аккумулятивная форма рельефа — бар или коса, создают преграду, за которой осаждаются мелкие частицы грунта и возникает илистая отмель со специфическим сообществом растений. Низкие марши находятся под воздействием приливов. На высоких, или вторичных, маршах эпизодическое и непродолжительное заливание влияет на приморскую растительность в меньшей степени. Благодаря этому появляется возможность накопления органического материала. В отличие от первичных, вторичные марши имеют подстилку, на них есть опад и ветошь, больше содержание гумуса, возможны процессы первичного торфонакопления. Сомкнутый травяной покров способствует накоплению илистых частиц и препятствует абразии, чем обуславливает стабилизацию береговой линии [4].

Ваттовые осушки в нижней части приливной зоны, где еще нет растительности, вместе с маршами ослабляют действие штормов и выступают важнейшими производителями органического вещества. В сообществах маршевой зоны продукция существенно преобладает над потреблением. Большая часть произведенного органического вещества перерабатывается на месте или выносится на сушу во время штормов и участвует в почвообразовании, меньшая — при отливе сносится в зону литорали [4].

Для приморской маршевой растительности наиболее благоприятные условия сложились на аккумулятивных берегах Баренцева и Карского морей, в береговой зоне Баренцева моря, Карского моря маршевые зоны формируются у подножия абразионных приливных берегов, сложенных осадочными породами, где образуются скалистые, валунные, валунноглинистые, песчаные и песчаноилистые, почти горизонтальные обсыхающие поверхности — бенчи.

Динамика формирования маршей зависит от абиотических и биотических факторов, таких, как: приливы, соленость (воды и почвы), дренаж, аэрация, уровень грунтовых вод, количество осадков, механический состав приморских почв, испарение, температура морской воды, и окружающая марши зональная растительность [54]. Дренаж воды в почве марша осуществляется путем: 1) боковой и 2) подземной фильтрации [55]. Последняя идет постоянно, в том числе и во время прилива, хотя в такие периоды преобладает боковая фильтрация.

### 2.3. Характеристика объектов исследования

Объектами исследования служат почвы (2015 г.), привезенные из экспедиции, проводимых в рамках научно-исследовательской экспедиций «Арктический плавучий университет», организованных Северным (Арктическим) федеральным университетом имени М.В. Ломоносова совместно с ФГБУ «Северное УГМС», «Государственным океанографическим институтом», Институтом экологических проблем Севера УрО РАН при финансовой поддержке Русского географического общества. Экспедиции проходили на НИС «Профессор Молчанов», с целью изучения экологического состояния арктических территорий.

Всего за период 2012-2015 гг. прошло семь научно-исследовательских экспедиций, маршруты пяти экспедиций, в которых осуществлялся отбор проб почв и биомассы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты экспедиций Арктического плавучего университета [7]

Экспедиция	Период	Маршрут
Первая экспедиция 2012 г.	1.06-10.07	Архангельск – Белое море – Баренцево море по Кольскому меридиану – Новая Земля – Земля Франца-Иосифа – Новая Земля, м. Желания – Баренцево море вдоль Новой Земли – о. Колгуев – о. Сосновец – Соловецкие острова – Архангельск
Вторая экспедиция 2013 г.	2.07-26.07	Архангельск – Белое море – п-ов Канин – о. Колгуев – п-ов Югорский – о. Вайгач – Новая земля – о. Визе – Земля Франца-Иосифа – Новая Земля – Баренцево море – Белое море – Архангельск
Третья экспедиция 2014 г.	1.06-30.06	Архангельск – Белое Море – архипелаг Шпицберген (Баренцбург, Нью Олесунн) – Баренцево Море – Архангельск
Четвертая экспедиция 2014	1.08-20.08	Архангельск – Белое море - о. Колгуев – о. Вайгач – п. Диксон – Новая Земля Русская гавань – п. Варнек – п-ов Югорский – о. Индига – о. Сосновец – мыс Зимнегорский – д. Летняя Золотица – Архангельск
Пятая экспедиция 2015 г.	1.07-25.07	Архангельск — Соловецкие острова — о. Долгий — о. Голец — о. Матвеев — Мыс

		Белый Нос (Югорский полуостров) — п. Варнек (о. Вайгач) — Мыс Желания (Новая Земля) — бухта Русская гавань (Новая Земля) — о. Хейс (Земля Франца-Иосифа) — бухта Тихая (о. Гукера) — мыс Флоры (о. Нортбрук) — Малые Кармакулы (Новая Земля) — о. Сосновец — Архангельск.
--	--	---

Некоторые данные предыдущих экспедиций, были использованы для сравнительного анализа текущего исследования.

Во время последней (пятой) экспедиции автором проведено исследование почвенного покрова в восьми точках высадки — от  $\sim 65^\circ$  с.ш. (Большой Соловецкий остров) до  $\sim 80^\circ$  с.ш. (Земля Франца-Иосифа, о. Гукера, бухта Тихая). Заложены и описаны 19 почвенных разрезов и две прикопки. Отобрано всего 86 почвенных образцов из каждого генетического горизонта обследуемых почвенных профилей. Подробнее с их характеристиками можно ознакомиться в приложении В.

### **Югорский полуостров, мыс Белый Нос**

Общий рельеф исследуемой территории — грядово-холмистый цокольный, микрорельеф — бугорковатый со слабо выраженной полигональностью. В напочвенном покрове преобладают карликовая ива и осока, причем с понижением рельефа ива уступает первое место осоке. Встречается также большое количество дриады, незабудочника и камнеломки, но какие-либо закономерности в их соотношении явно не просматриваются. Почвы заметно меняются с высотой (см. Приложение В, Рис. В.1.). Первый разрез был заложен на самой большой высоте, он представлен перегнойной остаточно-карбонатной почвой. Далее, с понижением во втором и третьем разрезах мы наблюдали мерзлотный торфяноглеезем, а в 4 и 5 разрезах с еще большим понижением находятся перегнойно-глеевые мерзлотные почвы. В ряде образцов имеются включения карбонатного щебня, так как подстилающей породой являются карбонатные сланцы.

### **Остров Вайгач, бухта Варнека**

Данный участок представляет собой слабо ( $1-2^\circ$ ) наклоненную к югу плоскую морскую террасу, Рельеф криогенный с разными типами — полигонально-пятнисто-бугорчатый. В центре полигона — первый почвенный разрез, второй - ниже в ложбине. Из таблицы В.2-приложения В можно увидеть, каковы различия почв, несмотря на малое расстояние между разрезами: разрез Вар1 - органический горизонт всего 5 см мощностью, тогда как в ложбине - два торфяных горизонта 20 см. общей мощностью. Исходя из этих данных, микрорельеф второго разреза, вероятно, представляет собой ложбину, расположенную по криогенной трещине.

Различия сказываются и на растительном покрове: в ложбине его составляет в основном осока с небольшим количеством нордостей, тогда как в центре полигона наблюдается большее разнообразие: ива, незабудочник, дриада, осока, крестовник, бобовник, сердечник и др. Сходство с Югорским полуостровом проявилось в геологическом плане в наличии карбонатного щебня (Var1).

### **Мыс Желания**

Разрез МЖ1 (Приложение В, таблица В.3) заложен на переходе от плоской межостанцовой поверхности к склону останца, на высоте около 25 м над уровнем моря. Напочвенный покров — куртины кустарничково-ивового сообщества. Поверхность разбита сетью трещин, вытянутых вдоль склона с перемычками между ними. Почвы приурочены к трещинам.

Поступление органических остатков происходит поверхностно, близость озера и прошлых ручейков связывается с наличием мелкозема, аккумулирующегося из-за деятельности мелких водотоков (современных и прошлых). Мерзлотные процессы могут стать причиной изменения направления ручейков, но мелкозем продолжает сохраняться на этих местах, что способствует дальнейшему развитию и поддержанию почвенного покрова, то есть в данном случае криогенный фактор способствует его формированию.

Попытка заложить профиль всего лишь в 5 метрах от МЖ 1 не удалась, так как разрез представлял из себя уже материнскую породу галечниково-гравелисто-песчаного состава в связи с расположением уже на вершине склона. (см. Приложение В, рис. В.2)

Разрез МЖ2 (Приложение В, таблица В.4) заложен на каменистом пятне в 9 м от первого. Растительный покров сильно разреженный и представляет собой небольшие «подушки» камнеломки. На мысе Желания был найден еще один редкий «экстремальный» тип почв — гиполитные почвы, которые располагаются под «каменной мостовой». В данном случае под «каменной мостовой» подразумевается поверхностное образование со сплошными россыпями щебня и дресвы, на котором повсеместно наблюдается зеленый налет — по-видимому, цианобактерии, для эндолитных и гиполитных почв (см. Приложение В, рис. В.3), можно сказать, что в обоих случаях «жизнь» уходит с поверхности, спасаясь от очень сильных уничтожающих ветров.

### **Архипелаг Земля Франца-Иосифа. Остров Гукера, бухта Тихая**

Бухта Тихая — самая северная точка высадки экспедиции. Разрезы были заложены на пологом склоне, спускающемся к морю. Микрорельеф представляет собой солифлюкционные террасы и криогенные полосы. Разрез БТ1 заложен на пятне с моховым покрытием, расположенном примерно в 25 м от берега моря. Кроме мхов и лишайников, растительный покров состоит из ивы, полярных маков, камнеломки и лисохвоста. Проективное покрытие ~50%. Данный участок был выбран неслучайно, чтобы отследить гидроморфизм, но в условиях высокоширотных почв. В



соответствии с таблицей В.5., приложения В, четко виден горизонт практически неразложившейся органики.

Разрез БТ2 заложен в ложбине, спускающейся к морю. Растительный покров — мхи, лишайники, лютик, камнеломка. (см. Приложение В, табл. В.6., рис. В.4.)

### **Остров Нортбрук, мыс Флора**

Разрезы заложены на пологой части склона, идущего к морю от скального массива с птичьим базаром. Разрез МФ1 заложен примерно в 30 м от берега моря, на наиболее дренированном участке. Микрорельеф представлен кочками лисохвоста. Растительный покров состоит из мхов, лишайников, лисохвоста, камнеломки и полярных маков. Разрез МФ2 расположен в ложбине на пологой части склона. В табл.В.7, на рис.В.5.показано, что разрез характеризуется более мощными органическими горизонтами не только по сравнению с бухтой Тихой, но и по сравнению с Новой Землей, находящейся значительно южнее.

Все исследованные образцы классифицировались по типам почв и по степени техногенно-антропогенной нагрузки наблюдаемой на этих территориях, (см. табл. 2.)

Таблица 2 – Классификация пробных площадей по степени техногенно-антропогенной нагрузки и типам почв [15]

Тип почвы	Степень техногенно-антропогенной нагрузки	Место отбора пробы
Арктические почвы	техногенные территории	-
	природные территории с временным техногенным воздействием	ПП Новой земли мыс Желания, ПП о. Гуккера, ПП Бухта Тихая
	природные территории	ПП м. Флора
Арктотундровые глеевые почвы	техногенные территории	-
	природные территории с временным техногенным воздействием	ПП мыс Белый Нос
	природные территории	-
Тундровые глеевые	техногенные территории	-

	природные территории с временным техногенным воздействием	ПП о. Вайгач,
--	---	---------------

Для каждого почвенного образца, был определен ряд физико-химических параметров: гранулометрический состав, pH водной вытяжки, содержание органического вещества. Определение физико-химических свойств почв проводились в лаборатории биогеохимических исследований Института естественных наук и технологий САФУ с применением следующих методик: гранулометрический состав определяли методом отмучивания, pH водной вытяжки. Данные по физико-химическим параметрам исследованных почв представлены в приложении Б.

Вывод ко второй главе:

Период исследований почвенного покрова арктических прибрежных территорий достаточно непродолжителен, но несмотря на это был внесен огромный вклад в изучение арктического региона. В ходе анализа литературных источников и теоритических основ было выявлено, что в областях распространения данных почв господствует физическое (морозное) выветривание и отмечается слабое накопление разлагающегося органического материала, формируются в основном фрагментарно. В зоне береговой линии развиваются особые с нехарактерным для суши морфологическими свойствами маршевые почвы, но широко распространенные в изучаемой Арктической зоне. Почвенный покров описываемой территории в основном представлен почвами с примитивным или неполноразвитым профилем, которые подстилаются многолетней мерзлотой или плотной горной породой. Описание отобранных почвенных образцов помогает сформировать общее представление о местоположении и характере условий рельефа и растительного покрова. Почвы изучаемой территории были распределены по степени антропогенной нагрузки. Техногенных территорий не было выявлено, но природные с временных техногенным воздействием присутствуют в каждом типе почв закладываемых площадок.

## ГЛАВА III. ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ОСТРОВНЫХ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.

### 3.1. Оценка уровня обеспеченности и/или степени загрязнения ТМ в почвах Арктики и субарктики.

По рекомендации известных почвоведов (Горячкин С.В., Лаптева Е.М.) валовое содержание ТМ в естественных (природных) почвах лучше оценивать согласно классификации, предоставленной Обуховым А.Я. и Ефремовой Л.Л. для почв с кислой и слабокислой реакцией среды почвенного раствора, в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Классификация почв по содержанию и степени загрязнения тяжелыми металлами, мг/кг воздушно-сухой почвы, общее содержание для почв с кислой и слабокислой реакцией [39].

Уровни содержания и загрязнения	Pb	Zn	Cu	Ni
Содержание				
очень низкое	<5	<15	<5	<10
низкое	5-10	15-30	5-15	10-20
среднее	10-35	30-70	15-50	20-50
повышенное	35-70	70-100	50-80	50-70
высокое	70-100	100-150	80-100	70-100
Очень высокое	100-150	150-200	100-150	100-150
Загрязнение				
низкое	100-150	150-200	100-150	100-150
среднее	150-500	200-500	150-250	150-300
высокое	500-1000	500-1000	250-500	300-600
Очень высокое	>1000	>1000	>500	>600

По этой классификации можно дать оценку степени накопления и загрязнения почв Арктики и субарктики по валовому содержанию ТМ. Основные данные по валовому содержанию основаны на предыдущих проведенных исследованиях Арктического плавучего университета (2012-2014 гг) с включением данных 2015 года (см. Приложение Г). Для сопоставления экспериментальных данных была выбрана группа тяжелых металлов – Pb, Zn, Cu, Ni. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Диапазон валового содержания Pb, Zn, Cu, Ni в почвах, мг/кг [39]

Тип почвы	Содержание ТМ, мг/кг			
	Свинец (Pb)	Цинк (Zn)	Медь (Cu)	Никель (Ni)
Арктические почвы	0 – 594	38 – 176	20 – 83	10 – 91
Арктотундровые почвы	0 – 82	21 – 172	9 – 48	3 – 48
Тундровые глеевые	0 – 25	10 – 125	20 – 70	11 – 76
ПДК [39]	32,0	87,0	53,0	85,0
ОДК[1]	32,0	55,0	33,0	20,0
Кларк [6]	10,0	50,0	20,0	40,0

Прежде всего, для первичной экологической оценки валовое содержание ТМ в почвах сравнивалось с кларком и ПДК этих элементов, согласно таблице 4.

Анализ экспериментальных данных показал, что на всех исследованных территориях максимальное содержание ТМ в почвах превышает абсолютные значения нахождения этих элементов в почве (кларки). Арктические почвы чистые по отношению к Со, в отношении всех остальных ТМ наблюдается превышение ПДК. Образцы мыса Желания – Mn (до 1,15 ПДК), и арх. ЗФИ о. Гукера – V (до 1,9 ПДК). Почвы с повышенным содержанием ТМ относятся к природным территориям с временным техногенным воздействием (мыс Желания, о. Гукера).

В арктотундровых почвах наблюдается превышение по Pb (2,56 ПДК), Zn (1,98 ПДК) и Со (7,1 ПДК), Mn (20,29 ПДК) – мыс Белый Нос.

Корреляционным анализом (приложение Д, таблица Д.1.), выявлена зависимость накопления ТМ в этих почвах от физико-химических параметров почвы. Рисунок 3.1 позволяет наглядно оценить взаимосвязь параметров.



Рисунок 3.1. - Корреляционная зависимость валового содержания ТМ от агрохимических показателей (Арктические почвы)

В арктических почвах с увеличением содержания органического вещества увеличивается накопление валового содержания Pb, As, Sr ( $r_{\text{ср}}$  колеблется от 0,52 до 0,58). В арктотундровых почвах тяжелого гранулометрического состава увеличивается содержание V, Ti ( $r_{\text{ср}}$  колеблется от 0,54 до 0,55) и уменьшается содержание Pb ( $r_{\text{ср}} = -0,73$ ). В тундровых глеевых с увеличением pH уменьшается концентрация Pb ( $r_{\text{ср}} = -1$ ).

Это еще раз доказывает, что гранулометрический состав почв непосредственно влияет на особенности накопления тяжелых металлов.

Вероятно, высокие концентрации ТМ на природных территориях с временной техногенной нагрузкой, может быть связано с большим количеством отходов промышленной деятельности человека на островах (аэродром, военная база, топливные бочки, брошенная техника, заброшенные здания, угольные развалы и т.д.). На природных территориях причиной высокого содержания ТМ будет являться, незначительная хозяйственная деятельность, так и природные процессы почвообразования.

В свою очередь, вернемся к таблицам 3 и 4 выше, которые позволят оценить экологическое состояние почв Арктики и субарктики по шкалам экологического нормирования валового содержания ТМ.

В одном из почвенных образцов арктических почв (мыс Желания) наблюдается высокое загрязнение Pb и Zn, в то время как валовое содержание Cu и Ni колеблется от очень низкого до высокого уровня. Арктотундровые не загрязнены ТМ. Для этих почв, в зависимости от территории, характерна лишь различная степень накопления ТМ (от низкого до очень высокого уровня). В тундровых глеевых почвах валовое содержание большинства ТМ колеблется от низкого до повышенного уровня.

Оценку совокупного действия поллютантов можно осуществить согласно шкале оценки суммарной загрязненности по Саету.

При анализе применяли градацию, представленную в таблице 5.

Таблица 5 – Шкала оценки суммарной загрязненности почв тяжелыми металлами по Саету [39]

Оценка, балл	Суммарный показатель загрязнения	Степень загрязненности/нагрузки
1	До 1	Незначительная
2	1 – 15	Допустимая
3	16 – 32	Умеренно опасная
4	33 – 128	Опасная
5	Более 128	Чрезвычайно опасная

При помощи использования системы коэффициентов:

Коэффициент концентрации – показатель, служащий для характеристики и выявления локальных техногенных аномалий, связанных с газопылевыми выбросами отдельных промышленных предприятий, согласно формуле (1).

$$K_C = C/C_0, \quad (1)$$

где  $C$  – фактическая концентрация определяемого компонента в почве или растении;

$C_0$  – значение кларка для почв.

Для оценки совокупного действия поллютантов использовался суммарный показатель загрязнения  $Z_C$  (по Саету), вычисляемый по формуле (2).

$$Z_C = \sum K_C - (n - 1), \quad (2)$$

где  $K_C$  – коэффициент концентрации химического элемента;

$n$  – число анализируемых элементов – загрязнителей.

Таблица расчетов представлена в приложении Е таблица Е.1.

Большинство исследуемых почв имеют незначительную степень загрязнения ТМ, несмотря на то, что только один тип почв по степени нагрузки относится непосредственно к природной. И лишь два имеет допустимую степень загрязнения.

### 3.2. Анализ состояния гидрохимической структуры арктических морских вод.

Выше была проведена оценка экологического состояния почв, далее рассмотрим гидрологические характеристики станций океанографических разрезов, проходящих в непосредственной близости с рассматриваемыми заложенными почвенными площадками.

На каждой океанографической станции проводилось зондирование толщи морской воды для определения термохалинных характеристик (температура и соленость).

Основными полученными гидрохимическими характеристиками морской среды значения рН.

Для выявления особенностей в распределении химико-физических параметров были выбраны 2 разреза и точки, которые наиболее отражают состояние прибрежных вод.

**Пр. Маточкин Шар – Новоземельская банка - Центральная возвышенность**

Значения показателя рН находятся в интервале от 8,19 до 8,33, в большинстве случаев – в диапазоне от 8,21 до 8,29. Можно заметить, что значение водородного показателя практически равномерно понижается с глубиной во всей толще водной массы. Минимальное значение рН наблюдается в придонном слое, максимальное значение рН – в поверхностном слое водной массы и до глубины 50м.

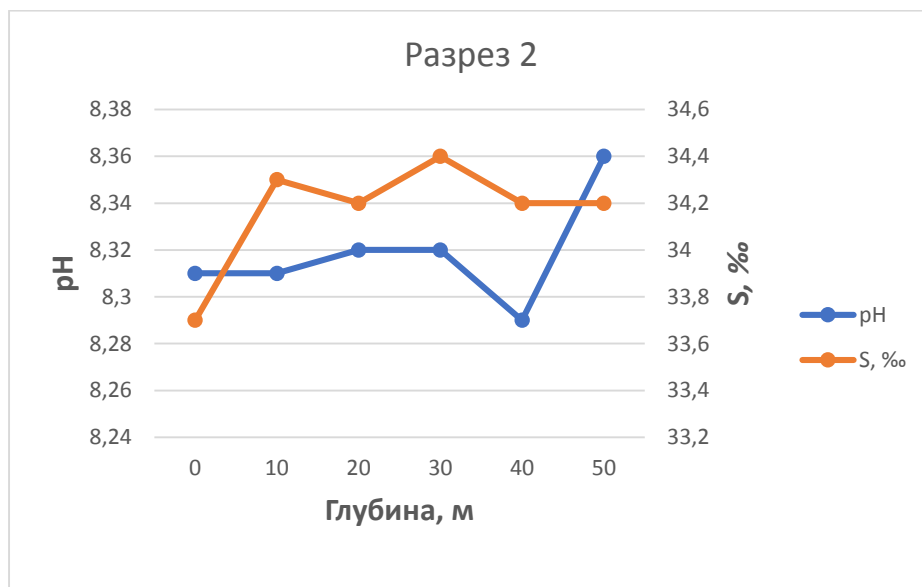


Рисунок 3.2 Значения показателей рН и солёности по разрезу Пр. Маточкин Шар – Новоземельская банка - Центральная возвышенность

#### м. Желания – о. Сальм

Значения показателя рН находятся в интервале от 8,04 до 8,44, в большинстве случаев – в диапазоне от 8,10 до 8,20. Значение водородного показателя равномерно понижается с глубиной во всей толще водной массы. Минимальное значение рН наблюдается в придонном слое, повышенное значение рН – в поверхностном слое водной массы.

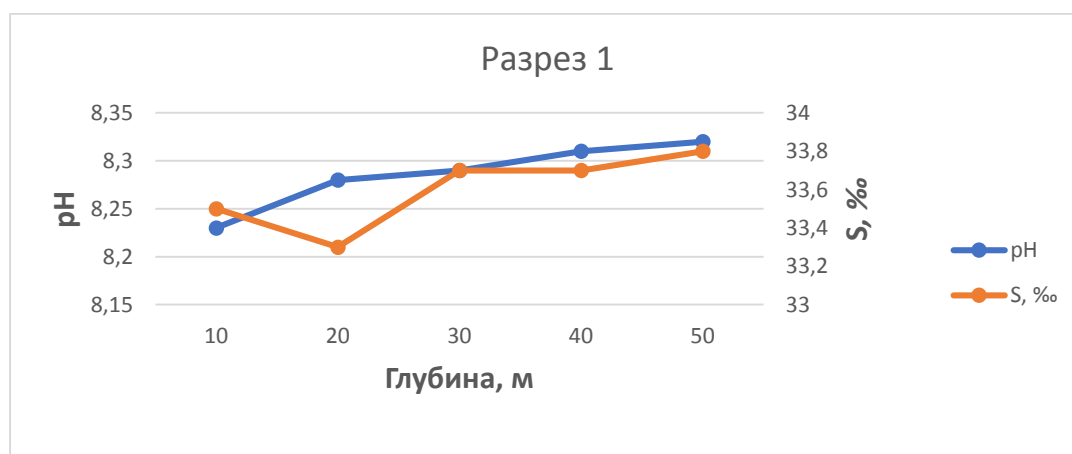


Рисунок 3.3 Значения показателей рН и солёности по разрезу 1 м. Желания – о. Сальм

Для выявления степени влияния вод рассмотрим показатели и как они отражаются на почве.



### **- соленость**

Анализируя данные по солености рисунок 3.2 и 3.3 вблизи берега наблюдаются небольшие отклонения от средних значений, летом опускается ниже, что мы и видим соленость составляет 34 ‰.

Толщина верхнего однородного слоя солености составляет около 30 м, для анализа используются данные до 50м и однородность подтверждается.

Возле ЗФИ пласт воды занимают воды местного зимне-осеннего происхождения соленостью 34.2–34.7 ‰. Поверхностные арктические воды, поступающие с северо-запада по проливам ЗФИ, распространяются на глубину 25–50 м.

Влияние солености на почвенный покров сказывается через импульверизацию солей с моря, что обуславливает увеличение содержание щелочных и щелочно-земельных элементов в прибрежных почвах, как например на островах Гукера и Нортбрук, так как формирование происходит в условиях проточного увлажнения.

### **. - влияние приливных факторов**

Уровенный режим моря формируется под влиянием приливов, метеорологических и ледово-гидрологических факторов. Характерными его чертами являются преобладание приливной составляющей и возрастание колебаний уровня от открытых районов моря к прибрежным.

Приливные колебания уровня вызываются главным образом приливной волной, которая приходит в море из Арктического бассейна на севере и северо- востоке Северного острова Новой Земли величина ее до 0.5–2.0 м. В зоне участков м.Желания (у разреза МЖ1 и МЖ2) волнение менее развито, что связано с преобладанием ветров, дующих с берега. Скопления донных отложений редки и обычно кратковременны, так как волны уносят каменные обломки, падающие с размываемых береговых скал.

Территория исследования относится к таким типам берега, у которых формирование происходило не под действием волнового или приливного фактора, несмотря на то, что берега у разреза МЖ1 относятся преимущественно к денудационному берегу, но на границе с той береговой частью , где уже сказалось влияние волновых процессов и берег относится к выровненному подтипу с клифом и террасой. Оба разреза с ЗФИ будут относится к берегам, сформированные тектоническими, субаэральными эрозионными и ледниковыми экзорационно-аккумулятивными процессами и мало изменённые волнами моря с типичным фиордовым расчленением, которые относительно подвергаются нагонным факторам.

Для полного понимания процесса влияния гидрологических факторов требуется накопление большего количества параметров поверхностной толщи.

### 3.3. Результаты исследования.

Проведя анализ показателей экологической оценки загрязнения и кратко оценив гидрологические показатели. Рассмотрим, основные, по нашему мнению факторы, оказавшие влияние на изученные почвы.

Формирование и развитие почвенного покрова, тесно связано с конкретным сочетанием природных факторов почвообразования. В большей степени, они зависят от особенностей местных условий. Выделение отдельных и ведущих элементов из совокупности факторов не является первоочередной задачей, прежде всего, необходимо проанализировать их совокупное влияние на почвенный покров.

Так как основной задачей все же является выявление степени того или иного фактора, то рассмотрим факторы более подробно.

Особенность изучаемых почв, в том, что это прибрежная территория, следовательно основной акцент на систему «суша-море»

Обратимся к картографическим обобщенным материалам, а именно к Атласу Арктики. Согласно данным по средней температуре самого теплого месяца - июля и данным по продолжительности бесснежного периода.

Температура июля равномерно снижается к северу в зоне тундр и существенно резче падает при переходе к полярным пустыням. Продолжительность бесснежного периода до места пробоотбора на Новой Земле (МЖ1 и МЖ2) уменьшается постепенно, а затем - более резко.

Обобщенную характеристику климатических параметров увлажнения, количеству осадков разных типов не предоставилось возможным, так как во-первых, такие данные единичны, а также в связи с тем, что как таковой принятой зональности в широтах изучаемых почв практически не было выявлено. Все образцы настолько мозаичны, и в большей степени зависят исключительно от локальных условий, дополним выше описанные факторы, следующими:

#### **- ветровой режим**

Ветровой разнос продуктов выветривания, которые образуются в результате выветривания (пелитизации) скал прямым образом влияет на формирование почвенного покрова прибрежных территорий. Также постоянно дующие с ледников и концентрирующиеся в долинах стоковые (катабатические) ветры и ветры с морских льдов, существенным образом усиливающие испаряемость на прилегающих ландшафтах (эти причины приводят к субэвральному засолению и окарбоначиванию почв). Такие влияния видны в случае с Мысом Желания и ЗФИ, но также не повсеместно и неравномерно, в зависимости от микрорельефа и перераспределения снегового режима опять же за счет ветра.

#### **- почвообразующие породы**

Согласно проанализированным источникам значительная часть Земли Франца-Иосифа с ее базальтовыми субстратами и большая часть Новой Земли с морскими отложениями и суглинисто-щебнистыми элюво-делювиями разнообразных осадочных пород. Но опять же межподзональные сравнения сталкиваются с проблемой разницы субстратов, оказывающей существенное влияние на ход почвообразовательных процессов.

#### **- элементарные криогенные почвенные процессы**

Особые условия в виде ниш для произрастания растительности и развития почв подготавливают криогенные процессы. Помимо накопления комфортного для растительности количества снега и защиты от ветров, морозная сортировка и образование каменных бордюров способствуют нагреванию базальтовых глыб, которые в период полярного солнца, являются дополнительным источником тепла для растительности и почв.

Примером выражения такого процесса является образ с мыса Флора поступление органических остатков происходит поверхностно, близость озера и прошлых ручейков связывается с наличием мелкозема, аккумулирующегося из-за деятельности мелких водотоков (современных и прошлых). Мерзлотные процессы становятся причиной изменения направления ручейков, но мелкозем продолжает сохраняться на этих местах, что способствует дальнейшему развитию и поддержанию почвенного покрова, то есть в данном случае криогенный фактор способствует его формированию.

У почвенного разреза с м.Флора есть еще одна особенность, выражающаяся в еще одном почвенном факторе.

#### **- привнос органического вещества орнитофауной**

выполнен на о. Нортбрук, это тот разрез, который находится в самой непосредственной близости от береговой линии, около 15 м, так как данный остров относится к наиболее населённым орнитофауной, то этот фактор можно назвать одним из важным. В главе 1 была рассмотрена территория с точки зрения биологического разнообразия, так как птицам происходит привнос органического вещества из моря, почвы тогда существуют в условиях перенасыщения азотом и в целом обогащением. При вносе органического вещества, продуцируемого птицами происходит дальнейшее его разложение, что способствует термической реакции и как следствие повышение температуры верхнего почвенного слоя, что, в свою очередь, положительно влияет на развитие растительности. Например, в местах птичьих базаров проективное покрытие от растительности составляет 100%, что невозможно в других условиях без влияния данного фактора.

Последующие выводы хочется охарактеризовать следующим рисунком:

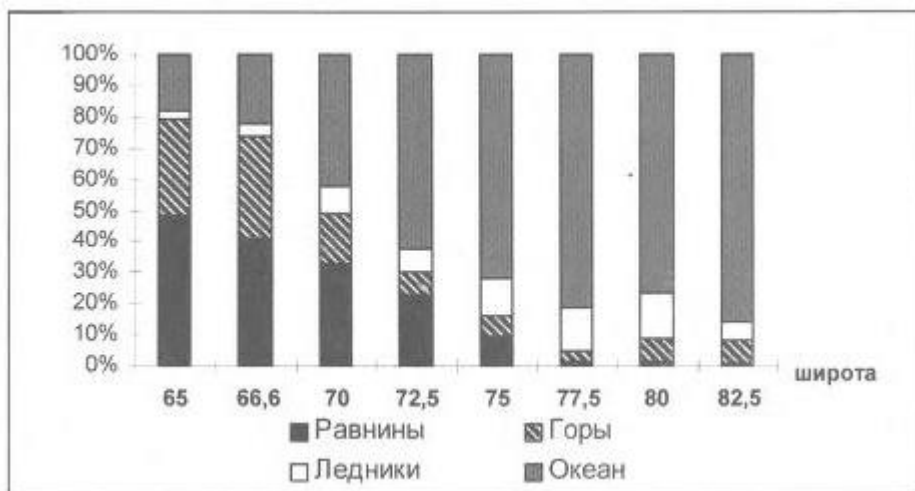


Рисунок 3.4 - доля площадей океана, гор, равнин и ледников

При анализе вышеописанных факторов постоянно была видна граница изменений на 72,5°-77,5° с.ш., (что подтверждает рисунок), где происходит резкое сокращение доли равнинных участков и увеличение доли горных территорий, резко увеличивается доля ледников, а на свободной от них мест преобладают терригенно-карбонатные щебнистые и морские отложения, служащие источником солей и карбонатов.

В северной части арктической тундры и в арктических "пустынях" почвенный покров занимает или небольшие по площади острова, открытые арктическим ветрам, или узкие полосы в основном между покрытыми ледниками горами и морем.

Еще раз подчеркивается тот факт, что несмотря на наличие суши в Высокой Арктике, почвенный покров настолько специфичен, что всеобъемлющую зональность можно будет выделить только при дальнейших более глубоких исследованиях. Совершенно разные механизмы действуют на почвенный покров, что только подчеркивает усиливавшиеся процессы сочетания влияния различных комбинаций факторов. Их вариативность увеличивается, что только приводит к сложности выявления главенствующих факторов.

Таким образом, в условиях высоких широт Арктического региона даже незначительное изменение локальных условий способствует значительной смене организации самого почвенного процесса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе изучения вопроса влияния эколого-гидрологических факторов на формирование почв прибрежных территорий охарактеризованы факторы, оказывающие влияние на высокоширотные зоны, выявлены особенности природных условий территории арктических архипелагов и прибрежных районов.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Экстремальные условия высокоширотной Арктики способствуют практически повсеместному формированию слаборазвитых почв с неполным профилем. Для их описания требуется кардинально новая система классификации, так как на данном этапе данные характеристики не отражают.
2. При экологической оценке изучаемых почв большинство исследуемых почв имеют незначительную степень загрязнения тяжелых металлов по их валовому содержанию. В дальнейшем было бы важно изучить эти же почвенные площади на подвижные формы тяжелых металлов и биогенных элементов, так как их количество в почвах напрямую зависит от физико-химических показателей почв.
3. При движении с севера на юг увеличивается валовое содержание ТМ в почвах. Это связано с близким расположением техногенных источников загрязнения и хозяйственной деятельностью людей.
4. Рассмотрены гидрологические характеристики океанографических разрезов для более глубокого анализа степени влияния необходимы данные по большему количеству разрезов и расширение гидрохимических параметров.
5. В условиях низкой энергетики почвообразования практически любое небольшое изменение локальных условий может уже привести к зарождению и формированию

почвопленок, в данной работе мы осветили, что привнос любого вещества либо из-за ледниковых процессов, либо ветрого и снежного режима и др. способствует проявлению азональности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

6. 2.1.7. 2511-09 Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. [Электронный ресурс]. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 18. 05. 2009, №32. – М., 2009. URL: <http://www.complexdoc.ru> (дата обращения 02.04.2015).
7. Атлас биологического разнообразия морей и побережий российской Арктики.– М.: WWF России, 2011. – 64 с.
8. Атлас "Климат морей России и ключевых районов Мирового океана" ГУ
9. «ВНИИГМИ-МЦД» Обнинск, 2007, [Электронный ресурс]. URL: [ww.esimo.ru/atlas](http://ww.esimo.ru/atlas) (Дата обращения: 28.05.2016)
10. Бёрд Э. Ф. Изменения береговой линии. Глобальный обзор. - Л.: Гидрометеиздат, 1990.- 255 с.
11. Васильевская В.Д, Караваева Н.А., Наумов Е.М. Формирование структуры почвенного покрова полярных областей // Почвоведение. 1993. № 7. С. 44-55.
12. Восточное побережье Новой Земли // Оценка и сохранение морского биологического разнообразия Баренцевоморского региона // Официальный сайт российского Всемирного фонда дикой природы (WWF России). [Электронный ресурс]. URL: [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru). (Дата обращения: 28.04.2016).
13. *Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах./ А.П. Виноградов – М., 1957. – 68 с.*
14. Городков Б.Н. Об особенностях почвенного покрова Арктики // Изв. Гос. Геогр. об-ва. 1939. Т. 71, вып. 10. С. 1516-1532.
15. Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / Ред. Н.И. Алексеевский. – М.: ГЕОС, 2007. – 585 с. + 40 с.
16. Горячкин С.В. Исследования структур почвенного покрова в современном почвоведении: подходы и тенденции развития // Почвоведение. 2005. № 12. С. 1461-1468.
17. Горячкин С. В. Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция).– М.: Издательство ГЕОС, 2010. – 412 с.
18. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР:
19. Справочник: Т. 7. Карское море. - Л. Гидрометеиздат, 1986. - 278 с.
20. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Т. 1. Баренцево море. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - 280 с.



21. Григорьев А.А. Субарктика. М.: Географгиз, 1946. 170 с.
22. Диагностический анализ состояния окружающей среды Арктической зоны РФ: Расширенное резюме. / Отв. редактор Б.А. Моргунов. – М.: Научный мир, 2011.
23. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. -М. Изд МГУ, 1982. -192 с.
24. Дунаев Н.Н., Пыхов Н.В. Геоэкология морской береговой зоны Арктических морей России.// Аналитический обзор; в сб. «Геология, география и экология океана» // Труды Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова. – Ростов-на-Дону, 2009.
25. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. – М.: Почвенный инс-т им. В.В.Докучаева Россельхозакадемии, 2014. – 768с.
26. Иванов И.М. О почвенных образованиях в Арктике // Тр. НИИ по изучению Севера. Т. 49. Л., 1931. С. 140-155.
27. Иванова Е.Н. Некоторые закономерности строения почвенного покрова в тундре и лесотундре побережья Обской губы // О почвах Урала, Западной и Центральной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1962а. С. 49-116.
28. Каплин П. А., Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Никифоров Л. Г. Берега. - М.: Мысль, 1991.-479 с.
29. Караваева Н.А., Таргульян В.О. Автономное почвообразование на севере Евразии и Америки // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 174-178.
30. Классификация и диагностика почв России - Смоленск: Ойкумена, 2004. - 342 с.
31. Классификация почв России [Электронный ресурс], 2015 // Режим доступа: <http://soils.narod.ru> (Дата обращения 17.02.2016)
32. Классификация и диагностика почв СССР. - М.: Колос, 1977. - 223 с.
33. Ковда, В.А. Основы учения о почвах / В.А. Ковда - М.: Наука, 1973. – 448 с.
34. Козловский, Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова / - М.: ГЕОС, 2003. - 536 с.
35. Ледяные образования морей Западной Арктики. Под ред. Г.К. Зубакина.
36. СПб.: АНИИ. 2006. 272 с.
37. Леонтьев И.О. Бюджет наносов и прогноз развития берега // Океанология. – 2008. – Т.48. – № 3. – С. 467-476.
38. Ливеровский Ю.А. Почвы Крайнего Севера и задачи их дальнейшего изучения // Проблемы Севера. — 1964. — Вып. 8. — С. 155-169.
39. Ливеровский Ю.А. Почвы СССР. Географическая характеристика. М.: Мысль,
40. 1974. 462 с.

41. Михайлов И.С. Почвы // Советская Арктика. М.: Наука, 1962. С. 236-249.
42. Михайлов И.С. Новая Земля (раздел “Почвы”) // Советская Арктика. М.: Наука, 1970. С. 379-380.
- 43.
44. Научно-прикладной справочник «Климат России» ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»
45. Обнинск, 2011, [Электронный ресурс] URL: [aisori.meteo.ru/CIsprR](http://aisori.meteo.ru/CIsprR)
46. Официальный сайт российского Всемирного фонда дикой природы (WWF России). Баренцево море. [Электронный ресурс]. URL: [www.wwf.ru](http://www.wwf.ru). (Дата обращения: 28.05.2016).
47. Официальный сайт Минприроды РФ. Особо охраняемые территории. Земля Франца-Иосифа государственный природный заказник. [Электронный ресурс]. URL: [www.zaroved.ru/catalog/183/](http://www.zaroved.ru/catalog/183/). (Дата обращения: 11.05.2016).
48. Официальный сервер Главного Вычислительного Центра РОСГИДРОМЕТа: [Электронный ресурс]. URL: [hmc.hydromet.ru](http://hmc.hydromet.ru). (Дата обращения: 02.05.2016).
49. Официальный сайт ФГБУ. Арктический и антарктический научно- исследовательский институт (ФГБУ ААНИИ): [Электронный ресурс].
50. URL: [www.aagi.nw.ru](http://www.aagi.nw.ru) (Дата обращения: 28.04.2016).
51. Поляков, И. Н. Устранение последствий масштабного разлива нефтепродуктов на территории нефтехранилища угольного разреза / И. Н. Поляков, С. В. Лушников, С. В. Негодяев // Экология и промышленность. – 2005. - № 3. – С.31-35
52. Прибрежные и морские зоны мира. [Электронный ресурс]. URL: [www.grida.no/publications/other/geo3](http://www.grida.no/publications/other/geo3) (Дата обращения: 01.04.2016).
53. Роде, А.А. Система методов исследования в почвоведении / А.А. Роде – Новосибирск: Наука, 1971. - 92 с.
54. Роде, А.А. Толковый словарь по почвоведению / А.А. Роде. – М.: Наука, 1975. - 290 с.
55. Сергиенко Л. А. Использование геоморфологических характеристик приморских маршей Северо-востока Российской Арктики для классификации их растительных сообществ // Актуальные проблемы геоботаники. Современные направления исследований в России: методологии, методы и способы обработки материалов. - Петрозаводск, 2001. - С. 162—163.
56. Сергиенко Л. А. Флора и растительность побережий российской Арктики и сопредельных территорий. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, - 2008.-225 с.
57. Соколов И.А. Об экологии почв // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1982. С. 103-107.
58. Соколов И.А. Основные законы почвообразования // 100 лет генетического почвоведения. М.: Наука, 1986. С.126-136.
- 59.

60. Словарь современных географических названий / Ред. Акад. Котляков В.М. – Екатеринбург: У-Фактория, 2006.
61. Танцюра А.И. Сезонные изменения течений Баренцева моря//Тр. ПИНРО.
62. 1973. - Вып. 34. - С. 108-112.
63. Тонконогов В.Д. Подзолообразование на кварцевых песках (на примере севера
64. Русской равнины): Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. М., 1972. 38 с.
65. Таргульян В.О., Караваева Н.А. Опыт почвенно-геохимического разделения полярных областей // Проблемы Севера (Природа). Вып. 8. М.; JL: Наука, 1964. С. 213-224.
66. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 268 с.
67. Цейц М. А., Добрынин Д. В., Белозерова Е. А. Структурная организация почвенного и растительного покрова маршей Поморского берега Белого моря // Экологические функции почв Восточной Фенноскандии. - Петрозаводск, 2000. - С. 95-107.
68. Фридланд В.М. Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука, 1986. 242 с.
69. Chapman V.I. Salt marshes and ecological terminology // Vegetatio. - V. 8. - F. 4. - 1959. - P.215-234. (перевод автора)
70. De Leeuw J. Dynamics of salt marsh vegetation. CEMO/NIOO publication no. 586. Enschede. - The Netherlands, 1997. - 177 p.
71. Tarnocai C., Canadell J.G., Schuur E.A.G., Kuhry P., Mazhitova G., Zimov S. Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region // Global Biogeochemical Cycles. 2009. V. 23. No 11, doi: 10.1029/2008GB003327. (перевод автора)
72. Tedrow J.C.F. Factors affecting polar desert soil development in the High Arctic // Bull, perygl. LTN. 1986. N 31. P. 275-282.
73. Waisel Y. Ecology of halophytes. -N.Y.: Academic Press, 1992. - 395 p.


Дипломная работа (проект) выполнена мной самостоятельно. Используемые в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземплярах.

Библиография 63 наименования.

Один экземпляр сдан на кафедру.

«24» июля 2017  
(дата)

  
(подпись)

Овощенко К.  
(Ф.И.О.)

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(карта-схема)



Рисунок А.1 – Маршрут экспедиции «Арктический плавучий университет 2015» (САФУ им М.В.Ломоносова)